

# 반폐쇄해역에서의 잘피장 조성 바이오블록 거치의 기초자료 분석

안효재\* · † 이종우 · 강석진\*\*

\*한국해양대학교 대학원, † 한국해양대학교 건설공학과 교수, \*\*금석종합건설(주) 대표

## Basic Data Analysis on Bio Block Placement for Sea grass Field in the Enclosed Bay

HyoJae Ahn\* · † JoongWoo Lee · SeokJin Kang\*\*

† Graduate school of Korea Maritime and Ocean University, Busan 606-791, Korea

\*Department of Civil Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan 606-791, Korea

\*\*Gumseok Construction Co., Ltd., Busan 609-805, Korea

**요 약** : 반폐쇄해역에서는 해수교환이 어렵고 육상에서 유입부와 적조 등의 영향을 강하게 받기 때문에 항상 수질과 저질이 악화되기 쉬운 환경에 처해 있어서 이의 개선을 위한 일환으로 해양식물(잘피)의 서식환경을 복원하여 해양정화에 기여하기 위한 친환경적 접근이 필요하다. 다양한 해상환경조건하에서 잘피의 서식은 변화므로 특히, 파랑의 극한 외력여건에 견디는 친환경 잘피 지지구조물 기술개발이 우선되어야 한다. 본 연구는 잘피장 조성의 기반기술로 해양식생 지지용 바이오 블록을 개발하고 특히, 관광지 및 해양클러스터 단지로 대외적으로 알려져 있는 영도해역에서 영도구가 야심차게 준비해오고 있는 해상낚시터 인근해역에 적용할 수 있는 바이오 블록의 현장시범거치를 통해 잘피 등 해양식생을 유도하기 기반을 마련하기 위한 기초연구로 대상구역에서의 파랑해석과 식생 조성 후에 파랑의 반응특성을 수치모델을 통해 분석하고자 하였다. 계산 결과는 대상지역에 적용할 사면 피복재로 바이오 블록의 규격을 결정하는데 반영될 것이며 후속 연구에서 실제블록의 제작과 현장거치를 수행하고자 한다..

**핵심용어** : 해안침식, 반사계수, 처오름, 월파, 피복재, 해저목장, 해양낚시터

### 1. 서 론

바다숲은 바다 속에 인공적 또는 자연적으로 조성된 해조류 밀집군락을 의미하며, 바다숲 조성은 어류, 패류, 갑각류 등 수산생물의 산란, 서식지 역할 및 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 흡수하는 해조류 군락을 조성하는 것으로 대표적인 생태친화형 녹색사업이다. 해수부는 지난 2009년부터 2014년 까지 6년간 해조류를 심어 현재까지 바다숲 5,908ha를 조성했으며 이는 현재진행형인 사업이다. 본 연구는 우리나라 연안해역의 바다숲의 조성과 동시에 해상낚시터에 적용할 수 있는 바이오 블록을 통하여 해양식생을 유도할 수 있는 기반을 마련하기 위한 기초연구로 대상구역에서의 파랑해석을 하고 이를 대상해역에서의 소요 바이오 블록의 중량산정에 적용하였다. 선택한 대상해역은 해상낚시터를 정책적으로 준비해오고 있는 부산의 영도 인근해역의 4개지역을 후보지로 정하고 이들 해역에 대한 적용성가능성 여부를 분석하였다. 바이오 블록을 적용한 경사면에서의 반사계수는 수리실험결과(Kim et al.,2014)를 적용하였다.

### 2. 적용 이론

대상 해역의 파랑해석을 위해 파랑작용 평형방정식 모델을 사용하여 수치모의를 수행하였다. 그리하여 얻어진 파랑정보를 통하여 Fig.1과 같은 단면에서 잘피 및 해조류 지지를 위한 바이오 단위블록의 개략적 중량계산은 Hudson 공식을 적용하였다.

#### 2.1 파랑작용 평형방정식 모델

영도 연안 해역에서의 바람에 의한 파랑에너지의 생성과 쇄파, 저면 마찰 등에 의한 파랑에너지의 소산, 비선형 상호작용에 의한 파랑의 변화를 해석하기 위해 기본방정식으로 주파수-방향 스펙트럼에서 출발(Holthuijzen & Booij,1986; WAMDI group, 1988)한 아래의 파랑작용 평형방정식(Wave action balance equation)을 사용한다.

\* 정회원, anhjih6720@naver.com, 051)410-4981  
† 교신저자, 종신회원, jwlee@kmou.ac.kr, 051)410-4461  
\*\* 정회원, ksone77@hanmail.net, 051)515-8050

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_x N}{\partial x} + \frac{\partial c_y N}{\partial y} + \frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S}{\sigma} \quad (1)$$

여기서,  $c_i$ 는 각 공간상의 전파속도,  $\sigma$ 는 상대 주파수,  $\theta$ 는 파향,  $S(=S(\sigma, \theta))$ 는 에너지의 생성, 소산, 전달을 표현하는 에너지 소스항으로 바람에너지 유입, 에너지 소산, 파의 비선형 상호작용을 포함하고,  $N$ 은 작용 밀도 스펙트럼(action density spectrum)을 나타낸다.

### 2.2 단위블록의 중량

바다숲과 해상낚시터에 적용할 바이오 블록의 중량을 구하기 위해 경험식 또는 실험식으로서 Hudson 공식을 사용한다.

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (2)$$

여기서,  $W$ 는 사석 또는 콘크리트 블록의 최소중량(t),  $\gamma_r$ 는 사석 또는 콘크리트 블록의 공중단위체적중량( $t/m^3$ ),  $S_r$ 는 사석 또는 콘크리트 블록의 해수에 대한 비중,  $H$ 는 방파제의 설치위치에서의 내습파랑(m),  $\theta$ 는 사면이 수평면과 이룬 각도(도),  $K_d$ 는 사석 또는 콘크리트 블록의 형상 등에 의해서 결정되는 상수로서 사석의 경우에 약 3, 소파용 이형 콘크리트 블록의 난적에서 5~10정도의 값을 취한다. 본 연구에서는  $K_d$  값을 8로 산정하였고 사면의 경사는 1:1.5로 적용 하였다.

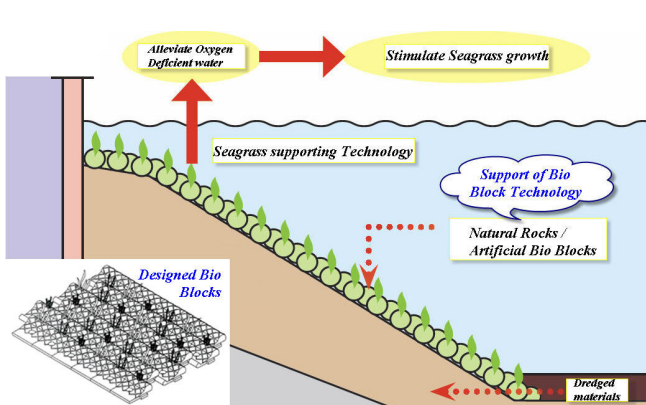


Fig. 1 Conceptual diagram of bio blocks with seagrass.

## 3. 계산 결과 및 검토

심해설계과의 선정은 영도 인근해역으로 내습 가능한 격자점에 대하여 수행하였으며 50년 재현빈도(E, ESE, SE, SSE, S, SSW)의 설계과에 대하여 수행하였다.

### 3.1 입력조건 및 모델구성

50년 재현빈도 심해 설계과의 파랑제원 및 파랑모델 구성은 Table1 및 Table 2와 같으며 3단계 Nested 격자체계를 적용하

여 파랑해석을 하였다.

Table 1 Input data for offshore design waves

구분	파향					
	E	ESE	SE	SSE	S	SSW
파고(m)	9.27	9.88	11.29	13.66	13.55	9.83
주기(s)	12.42	12.66	14.64	16.43	17.22	15.18

Table 2 Formulation of numerical model system

구분	실험 내용				
	광역	중역	조도	중리	
사용모형	파랑작용평형방정식 모형				
모형구성	모형범위	64km×65km	9.5km×9.5km	1.8km×1.8km	1.0km×0.9km
	격자구성	dx=dy=200m	dx=dy=50m	dx=dy=20m	dx=dy=10m
격자수	격자수	320 × 325	190 × 190	90 × 90	100 × 90
	기준해면	부산 약최고고조위 D.L.(+) 1.298m			

### 3.2 수치모델적용 및 결과분석

영도 인근해역의 후보지 위치는 Fig.2와 같이 조도지구인 Station 1,2,3과 중리지구인 Station 4로 정하고 Station 1, 2의 경우는 개발한 블록의 시범거치역으로 입사조건에 따른 광역, 중역, 상세역 모델의 계산결과는 Fig.3~6와 같다.

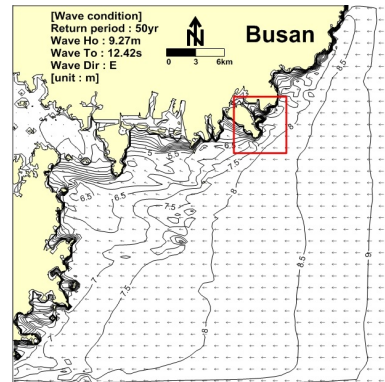


Fig. 3 Calculated design waves for E wave.(Wide Zone)

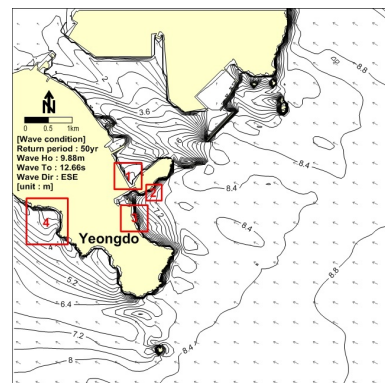


Fig. 4 Nested design waves for ESE and reference stations

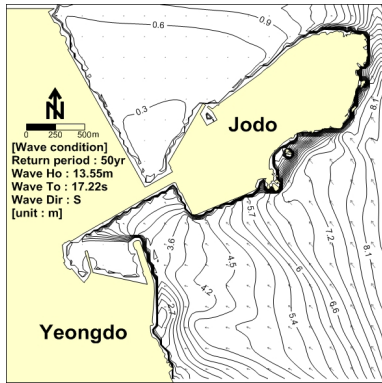


Fig. 5 Calculated design waves for S wave

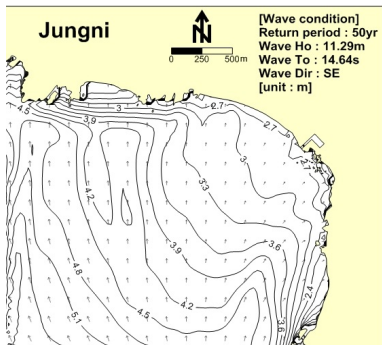


Fig. 6 Calculated design waves for SE wave

Table 3 은 각 Station별 1/3유의파고를 정리한 것이다. Table 4 는 Hudson 공식에 의해 계산된 각 구역별 파향에 따른 최대 유의파고에 의해 계산된 바이오블럭의 개략적인 중량이다.

Table 3 Summary of model calculations

파향	해역별 파고(m)				
	1	2	3	4	
50년 재현 빈도	E	0.33~1.07	1.11~2.45	1.21~2.6	0.53~1.11
	ESE	0.23~0.91	1.09~2.23	1.32~2.63	0.61~1.71
	SE	0.20~0.98	1.21~2.55	1.13~2.65	0.91~2.12
	SSE	0.19~0.76	1.92~2.93	1.05~2.48	1.24~2.51
	S	0.12~0.54	1.2~2.25	0.95~2.29	1.46~3.15
	SSW	0.09~0.29	0.77~1.98	1.05~1.89	1.44~2.63

Table 4 Summary of block unit weights

구역	최소파고(m)	최대파고(m)	톤(t)
1	0.09	1.07	0.01~0.15
2	0.77	2.93	0.06~3.11
3	0.95	2.65	0.11~2.31
4	0.53	3.15	0.02~3.87

## 5. 결 론

파랑작용 평형방정식을 기본으로 한 수치모델을 통해 각 구역별 파랑을 계산하고 이를 바탕으로 Hudson 공식을 적용하여 구역별 바이오블럭의 중량을 개략적으로 산정해 보았다. 조도 인근 Station 1,2,3 해역에서의 설계파는 SSE파향과 ESE파향이 내습하는 경우에 크게 나타났으며, 중리지구 Station 4 구역의 설계파는 S파향이 내습하는 경우 가장 크게 나타났다. 각 Station별 파향에 따라 계산된 바이오블럭의 중량은 내습파랑의 크기가 가장 작은 내향측 영역인 Station 1에서 중량이 가장 적게 나왔으며 외해 지역인 Station 2,3,4에서는 내습파랑의 영향으로 요구되는 중량이 Station 1에 비해 큰 것으로 보인다. 내습파랑의 크기는 쇄파특성 및 에너지소스의 유입, 소산 등의 상호작용의 반영여부에 따라 영역에 따른 차이를 나타내 보였다. 즉 앞서 설정한 구역들 중 내습파랑의 영향이 적은 조도인근 1번 및 2번 해역에 시범용 블록을 설치하여 잘파 및 해조류의 착생과정을 모니터링하고자 한다. 추후 본 연구 자료는 추후 영도인근 바다숲 해상낚시터 조성을 위한 기본자료로 활용할 수 있을 것이며 이 경우 대상지역에 더욱 세부적인 모델링이 필요할 것으로 본다.

## 감사의 글

본 논문은 2015년도 영도연안연구센터의 지원을 받은 성과의 일부입니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Holthuijsen, L. H. and Booij, N. (1986), "A Grid Model for Shallow Water Waves," Proc. 20th Int. Conf. Coastal Engineering, Taipei, Taiwan, pp.261-270.
- [2] Kim, J.S. Lee, J.W., Kang, S.J., and Lee, Y.H. (2014), Reflection Characteristics of Eco Block on Seabed, J. Navigation and Port Research, Vol.38, No.4, pp.421-427.
- [3] WAMDI group (1988). "The WAM model - a third generation ocean wave prediction model", J. Phys. Oceanogr., 18, pp 1775-1810.